

Effects of Children's Drinks on the Color Stability of Strip and Zirconia crown

Ilyong Jeong, Seoksoon Yi, Haney Lee, Daewoo Lee, Yeonmi Yang, Jaegon Kim

Department of Pediatric Dentistry and Institute of Oral Bioscience, School of Dentistry, Chonbuk National University

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of exposure to various children's drinks on the color stability of anterior primary teeth and different esthetic restorative materials clinically used in pediatric dentistry.

Exfoliated maxillary primary central incisors that had been unaffected by caries were chosen as control group. Maxillary primary central incisor-shaped specimens made of strip crown and Nu-smile zirconia crowns were chosen as test groups. Polished strip resin crowns were additionally prepared to compare with unpolished strip resin crown. Each specimen and teeth were divided into 4 groups in which the test samples (n=5 each) were immersed in 4 different drinks (distilled water, cola, grape juice, jelly juice) for 6 days.

In all 4 drink groups, all specimens generally showed increasing ΔE^* value (color difference) with time. Polished resin strip crown had higher ΔE^* value than the unpolished in cola, grape juice and jelly juice groups. ΔE^* value of zirconia crown in cola, grape juice and jelly juice groups were significantly different ($p < 0.05$).

In conclusion, dietary control of children's drinks is required for preventing discoloration of restorative materials.

Key words : Color stability, Children's drinks, Resin strip crown, Zirconia crown

I. 서 론

치아는 심미에 영향을 미치는 중요한 신체기관으로 특히 유전 치의 심미적 문제는 대부분 치아우식증에 의해 발생한다. 특히 상악 유전치의 심한 우식 병소는 심미적 안모뿐만 아니라 발음, 구강 습관, 심리적 발달에 영향을 끼친다[1].

우식 병소에 의해 광범위하게 파괴된 상악 유전치의 경우 전 장관 수복의 적응증이 된다. 임상적으로는 celluloid crown form 을 이용한 레진관이나 금속관, 개창 금속관, 레진피복 금속관 등으로 수복을 해주게 되며, 최근에는 심미성과 생체 적합성이 우수한 지르코니아 기성관(zirconia crown)이 유전치 심미수복에 사용되고 있다[2].

레진관의 경우 치질을 최대한 보존하며 수복 후 초기에는 심미적으로 우수하나 시간이 경과하면서 변색이나 파절이 발생할 수 있다. 한편 지르코니아 기성관은 물리적 강도와 심미성을 충족시키는 수복재료이지만 치질 삭제량이 상대적으로 많고 기성관의 형태 수정이나 조절이 어려운 단점도 있다[2].

수복물의 색조 안정성은 심미성과 밀접하게 관련이 있다. 수복물의 변색에는 내적 인자와 외적 인자가 영향을 미칠 수 있다. 복합 레진의 경우 내적인자로는 레진과 기질 자체의 변성이나 광중합 개시제의 영향을 들 수 있고, 외적 인자로는 치태의 침착과 착색 인자의 흡수(absorption)와 흡착(adsorption)이 있다[3]. 한편 지르코니아는 지르코니아 분말의 조성과정에서 착색제의 유무에 따라 원하는 색조를 재현할 수 있는 지르코니아 블록이

Corresponding author : Jaegon Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University, 20, Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju, 54907, Korea

Tel: +82-63-250-2223 / Fax: +82-63-250-2131 / E-mail: pedokjg@jbnu.ac.kr

Received March 21, 2017 / Revised July 13, 2017 / Accepted July 11, 2017

다수 출시되고 있는데 광 투과성도 존재하므로, 소결된 지르코니아 자체의 색조뿐만 아니라 접착 시멘트가 수복물의 최종 색조에 영향을 끼칠 수 있다[4].

수복물의 변색을 측정하는 방법에는 직접 육안으로 표준 색상과 비교하는 방법과 분광광도계(spectrophotometer)나 색채계(colorimeter)와 같은 기계를 이용하는 방법이 있다. 기계를 이용하는 방법은 색상을 CIE $L^*a^*b^*$ 값으로 수치화하여 객관적으로 측정하는 방법이다. 이 중 분광광도계는 광원의 빛을 단색광으로 필터링하여 이 빛이 물체에 흡수, 투과되는 양을 측정하는 방법으로 색을 평가 한다[5]. 이는 색조 차이를 정량적으로 확인하는 방법으로 재현성과 객관성에 있어서 우수하다[6].

변색에 관한 기존의 연구에서는 콜라, 커피, 홍차, 와인 등의 음료수가 심미 수복재의 변색에 미치는 영향을 평가하였음에도 불구하고 어린이 음료수의 영향에 대해서 평가된 연구들은 거의 없다. 따라서 이 연구의 목적은 어린이 음료수에 따른 상악 유전치 및 그 수복에 사용되는 전장관의 변색 정도를 측정하여 수복재료의 색조 안정성과 어린이 음료수의 수복재료에 미치는 영향을 알아보려고 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

이 연구에서 사용한 시편은 우식 없이 자연 탈락된 상악 우측 유증절치 20개를 사용하였다.

치아 모양의 시편 제작을 위해 상악 우측 유증절치 모양의 두 번째 크기(A2R)인 Pediatric Strip crown forms (3M™ ESPE™,

St. Paul, Mn, USA) 40개와 light shade (L)의 상악 우측 유증 절치의 두 번째 크기(A2R)인 Nu-smile zirconia crown (Nu-Smile, Houston, Texas, USA)을 사용하였다. 40개의 strip crown은 한 명의 실험자에 의해 A2 enamel shade의 Filtek Ultimate Universal Restorative (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA) 복합 레진으로 기포 없이 채운 후 광조사기인 VALO (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA)를 사용하여 1000 mW/cm²의 강도로 협, 설, 근원심 면에서 각각 40초씩 광중합을 시행하였다. 그 중 20개의 crown은 한 명의 실험자에 의해 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA)를 이용하여 coarse, medium, fine, superfine 의 4단계 연마과정을 시행하였다. 단계별로 20초씩 주수 하에 연마하였고, 각 단계 사이마다 마모에 의한 잔존물을 제거하기 위하여 10초 이상 물로 세척하였다.

20개의 zirconia crown은 내부를 A2 shade의 Rely-X U200 Automix (3M ESPE™, Neuss, Germany)로 제조사의 지시에 따라 자동 혼합 시린지를 이용하여 기포 없이 채운 후 VALO를 사용하여 1000 mW/cm²의 강도로 협, 설, 근원심 면에서 각각 40초씩 광중합을 시행하였다(Table 1).

시편을 변색시키기 위한 음료수로는 시중에서 쉽게 구입할 수 있는 코카콜라(Coca-Cola Korea, Yangsan, Korea), 포도주스인 쿠우(Coca-Cola Korea, Yangsan, Korea), 젤리 주스인 마이쥬 젤로 딸기(Crown, Seoul, Korea), 멸균 증류수(JW Pharmaceutical, Seoul, Korea)를 사용하였다(Table 2). 콜라는 과거 수복물에 대한 변색 관련 연구에서 음료수 군으로 많이 사용되었으며, 포도주스로 사용한 쿠우의 경우에는 2005년 한국소비자안전국(현 한국소비자원)에서 실시한 어린이 음료 및 발효유의 안전실태조

Table 1. Classification of each specimens in this study

Products	N	Source / Manufacturer	Preparation
MPCI	20	Exfoliated Maxillary primary right central incisors	No caries & discoloration Stored in 70% ethanol & -10°C condition
UPRS	20	Pediatric Strip Crown Forms (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA) Filtek Ultimate Universal, Restorative (3M ESPE, St. Paul, Mn, USA)	Composite resin of A2 enamel shade Unpolished
PRS	20	Pediatric Strip Crown Forms (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA) Filtek Ultimate Universal, Restorative (3M ESPE, St. Paul, Mn, USA)	Composite resin of A2 enamel shade Polished by Sof-lex™ disk (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA) Coarse → Medium → Fine → Superfine
ZRC	20	Nu-Smile (Houston, Texas, USA) Rely-X U200 Automix (3M ESPE™, St. Paul, Mn, USA)	Zirconia crown of light shade Cemented with Rely-X of TR shade

MPCI = Maxillary primary central incisors, UPRS = Unpolished resin strip crown, PRS = Polished resin strip crown, ZRC = Zirconia crown.

사에서 어린이 음료를 정의하는 기준에 준하는 제품 중의 하나로 당류 함량이 가장 높으면서 pH 3.2의 산도가 낮은 대표적인 어린이 음료수였다[7]. 젤리주스로 사용한 마이쥬 젤로는 2016년의 최근 출시된 상품으로 천연과즙과 젤리형태의 특성을 가지고 있어 기존 연구에서 볼 수 없었던 새로운 제품의 하나이므로 위 3개의 제품을 선별하였다.

2. 연구 방법

1) 색조 측정

시편을 음료수에 담그기 전 색조를 측정하였다. 색조 측정은 일조량이 풍부한 날 자연광이 충분한 진료실에서 한 명의 실험자에 의해 오전 11시부터 오후1시까지 모든 측정이 이루어졌으며 모든 시편 당 3회씩 측정 하였다. 측정 시 환자의 구강 내와 유사한 환경을 재현하기 위해 시편을 유치용 상악 덴티폼의 우측 중절치 위치에 투명한 왁스를 이용하여 고정하고 이 덴티폼을 인체 두부 모형에 설치하였다. 색조 측정은 분광광도계의 일종인 Shadepilot (DeguDent, Hanau, Germany)을 사용하였다. 이 기구를 이용하여 얻은 CIE $L^*a^*b^*$ 값은 각각 L^* 값은 명도, a^* 값은 적색과 녹색, b^* 값은 황색과 청색의 정도를 나타낸다. 같은 시편에서 시간의 흐름에 따른 실험 전후의 색조 차이(ΔE^*_n)는 실험 전의 $L^*_{o}, a^*_{o}, b^*_{o}$ 값과 실험 후의 $L^*_{n}, a^*_{n}, b^*_{n}$ 값을 이용하여 $\Delta E^*_n = \{(L^*_n - L^*_o)^2 + (a^*_n - a^*_o)^2 + (b^*_n - b^*_o)^2\}^{1/2}$ 로 구하였다. 한편 이전 연구에서 두 색조의 차이를 육안으로 구분할 수 있는 기준인 색 역치를 보고하고 있다[8]. 이 연구에서는 이전의 연구를 기반으로 하여 $\Delta E^* = 3.3$ 으로 하였고, 실험 전후의 색조 차이가 3.3 미만인 경우 두 색조의 차이를 육안으로 구분할 수 없기 때문에 이 경우 임상적으로 허용가능하다고 보았다. 즉 ΔE^* 이 3.3 미만이면 임상에서 같은 색으로 간주 된다.

2) 음료수의 pH 측정

매일 변색 실험을 시작하기 전에 음료수 10 mL의 pH를 pH

meter (Orion 4 star; Thermo Orion, Beverly, CA, USA)를 사용하여 측정하였고 총 6일 동안의 평균을 산출 하였다.

3) 변색 실험

변색 실험은 각 재료 당 20개의 시편을 4종류의 음료수 군으로 분류하여 진행 하였다. 각 군당 5개의 시편을 10 mL의 증류수, 콜라, 포도주스, 젤리주스에 각각 담그고 37°C의 항온수조로 24시간 보관하였다. 색조 측정은 담그기 전 색조 측정 환경과 동일한 시간대 및 광원 하에 Shadepilot을 이용하여 한 명의 실험자에 의해 각 시편 당 3회씩 측정하였다. 색조 측정 전 초음파 세척기를 이용하여 30분간 시편을 세척한 후 종이 타월을 사용하여 건조 한 후 투명한 왁스를 이용하여 덴티폼에 고정하고 인체 두부 모형에 덴티폼을 설치하여 측정하였다. 측정 후 음료수는 매번 1회씩 교환해 주었으며 위와 같은 실험과정을 6일간 진행하였다.

3. 통계 처리

통계 분석에는 SPSS (ver 22.0) 통계 프로그램을 이용하였다. 각 시편의 시간에 따른 L^*, a^*, b^* 값의 변화 전후 차이는 Wilcoxon signed rank test로 비교하였고, 각각의 음료수와 시편에 따른 ΔE^* 값의 통계 분석은 Kruskal-Wallis 및 Mann-Whitney test를 실시하였다. 사용된 모든 통계분석의 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

III. 연구 성적

1. 시험 음료수의 pH 결과

실험에 사용된 음료수는 pH 2.42 - 5.61 범위에서 산성을 나타냈다. pH는 콜라가 pH 2.42로 가장 낮았으며, 포도주스는 pH 3.19였고 젤리주스는 pH 3.45였다. 대조군으로 사용된 증류수의 경우 pH 5.61로 약산성을 나타냈다(Table 2).

Table 2. Children's beverages used in this study and baseline pH of beverages

Beverage	Code	Flavor	pH	Manufacturer
Distilled water	DW	-	5.61	JW Pharmaceutical, Korea
Coca-cola	CO	-	2.42	Coca-Cola Korea, Korea
Qoo	GJ	Grape	3.19	Coca-Cola Korea, Korea
MyJJu Jello	JJ	Strawberry	3.45	Crown, Korea

DW = Distilled water, CO = Coca-cola, GJ = Grape Juice, JJ = Jelly Juice.

2. 변색 정도

증류수, 콜라, 포도주스 및 젤리 주스에 담근 후 1일부터 6일 간의 변색 정도(ΔE^*_n)의 평균과 표준편차를 Table 3에 나타내었

고, 실험 시작 6일 후 재료와 음료수간의 통계학적 유의성과 재료의 초기 L^*_0, a^*_0, b^*_0 값과 6일 후 재료의 L^*_6, a^*_6, b^*_6 값의 통계적 유의성을 각각 Table 4, Table 5에 나타냈다.

Table 3. Mean and standard deviation of ΔE^*_n of the tested materials after immersion in the beverages

Groups	Time (Day)	DW	CO	GJ	JJ
MPCI	1	1.22 ± 0.27	13.68 ± 1.29	3.61 ± 1.32	4.11 ± 0.75
	2	1.26 ± 0.20	13.21 ± 1.55	6.36 ± 1.25	6.39 ± 0.83
	3	1.23 ± 0.23	13.13 ± 1.33	6.89 ± 1.33	6.51 ± 0.90
	4	1.31 ± 0.27	13.02 ± 1.61	7.35 ± 1.35	7.35 ± 0.91
	5	1.21 ± 0.41	13.00 ± 1.59	8.09 ± 1.20	8.04 ± 0.89
	6	1.29 ± 0.21	13.21 ± 1.26	8.28 ± 1.40	9.25 ± 0.76
UPRS	1	0.50 ± 0.10	0.59 ± 0.14	0.72 ± 0.17	0.84 ± 0.11
	2	0.53 ± 0.08	0.61 ± 0.14	1.04 ± 0.21	1.01 ± 0.21
	3	0.54 ± 0.09	0.56 ± 0.20	1.22 ± 0.27	1.17 ± 0.22
	4	0.60 ± 0.10	0.78 ± 0.16	1.31 ± 0.22	1.27 ± 0.15
	5	0.65 ± 0.08	1.02 ± 0.18	1.52 ± 0.25	1.34 ± 0.18
	6	0.62 ± 0.07	1.05 ± 0.21	1.64 ± 0.26	1.35 ± 0.11
PRS	1	0.75 ± 0.22	1.33 ± 0.20	1.91 ± 0.38	1.94 ± 0.14
	2	0.65 ± 0.25	1.44 ± 0.21	2.15 ± 0.35	2.40 ± 0.16
	3	0.71 ± 0.21	1.41 ± 0.23	2.40 ± 0.35	2.78 ± 0.21
	4	0.60 ± 0.12	1.50 ± 0.20	2.87 ± 0.36	3.04 ± 0.16
	5	0.63 ± 0.17	1.66 ± 0.20	2.99 ± 0.36	3.09 ± 0.24
	6	0.68 ± 0.17	1.84 ± 0.20	3.21 ± 0.39	3.41 ± 0.31
ZRC	1	0.80 ± 0.28	1.45 ± 0.30	1.36 ± 0.27	1.07 ± 0.18
	2	0.95 ± 0.26	1.62 ± 0.22	1.60 ± 0.18	1.33 ± 0.17
	3	0.99 ± 0.21	1.75 ± 0.28	1.61 ± 0.20	1.38 ± 0.15
	4	1.03 ± 0.22	1.98 ± 0.31	1.83 ± 0.22	1.43 ± 0.23
	5	1.03 ± 0.28	2.02 ± 0.34	2.04 ± 0.19	1.52 ± 0.14
	6	0.97 ± 0.22	2.14 ± 0.36	2.23 ± 0.22	1.53 ± 0.17

MPCI = Maxillary primary central incisors, UPRS = Unpolished resin strip crown, PRS = Polished resin strip crown, ZRC = Zirconia crown, DW = Distilled water, CO = Coca-cola, GJ = Grape Juice, JJ = Jelly Juice.

$$\Delta E^*_n = \{(\Delta L^*_n)^2 + (\Delta a^*_n)^2 + (\Delta b^*_n)^2\}^{1/2}, \Delta L^*_n = L^*_n - L^*_0, \Delta a^*_n = a^*_n - a^*_0, \Delta b^*_n = b^*_n - b^*_0.$$

Table 4. Color changes ΔE^*_6 of the tested materials after 6 days immersion in the beverages

Groups	DW	CO	GJ	JJ
MPCI	1.29 ± 0.21 ^{c1}	13.21 ± 1.26 ^{a1}	8.28 ± 1.40 ^{b1}	9.25 ± 0.76 ^{b1}
UPRS	0.62 ± 0.07 ^{b3}	1.05 ± 0.21 ^{a3}	1.64 ± 0.26 ^{a4}	1.35 ± 0.11 ^{a3}
PRS	0.68 ± 0.17 ^{d3}	1.84 ± 0.20 ^{b2}	3.21 ± 0.39 ^{a2}	3.41 ± 0.31 ^{a2}
ZRC	0.97 ± 0.22 ^{c2}	2.14 ± 0.36 ^{a2}	2.23 ± 0.22 ^{a3}	1.53 ± 0.17 ^{b3}

MPCI = Maxillary primary central incisors, UPRS = Unpolished resin strip crown, PRS = Polished resin strip crown, ZRC = Zirconia crown, DW = Distilled water, CO = Coca-cola, GJ = Grape Juice, JJ = Jelly Juice.

$$\Delta E^*_6 = \{(\Delta L^*_6)^2 + (\Delta a^*_6)^2 + (\Delta b^*_6)^2\}^{1/2}, \Delta L^*_6 = L^*_6 - L^*_0, \Delta a^*_6 = a^*_6 - a^*_0, \Delta b^*_6 = b^*_6 - b^*_0.$$

Differences in superscript numbers indicate statistically significant differences within columns, and differences in superscript letters indicate statistically significant differences within rows (1, a = high values).

Table 5. Change of color values L^* , a^* and b^* of the tested materials after 6 days immersion in the beverages

Groups	DW			CO			GJ			JJ			
	Day 0	Day 6	p -value	Day 0	Day 6	p -value	Day 0	Day 6	p -value	Day 0	Day 6	p -value	
MPCI	L^*	76.84 ± 1.28	75.93 ± 1.08	0.465	77.66 ± 1.58	65.22 ± 2.23	0.009*	75.95 ± 2.30	67.86 ± 3.79	0.009*	75.4 ± 0.92	67.29 ± 1.42	0.009*
	a^*	1.67 ± 0.55	0.9 ± 0.67	0.117	1.67 ± 0.25	2.42 ± 1.51	0.754	1.59 ± 0.36	2.46 ± 0.88	0.6	1.49 ± 0.76	4.33 ± 0.57	0.009*
	b^*	13.07 ± 0.91	12.45 ± 1.28	0.347	18.01 ± 2.03	14.98 ± 2.65	0.009*	14.06 ± 1.34	13.58 ± 0.80	0.465	13.12 ± 1.38	10.37 ± 1.97	0.028*
UPRS	L^*	75.56 ± 0.46	75.13 ± 0.42	0.53	75.29 ± 0.33	75 ± 0.95	0.347	75.05 ± 0.82	73.64 ± 0.89	0.028*	74.7 ± 0.53	74.26 ± 0.68	0.347
	a^*	0.94 ± 0.25	0.74 ± 0.17	0.347	1.02 ± 0.21	0.68 ± 0.30	0.249	1.01 ± 0.27	0.15 ± 0.43	0.009*	1.02 ± 0.39	0.64 ± 0.21	0.209
	b^*	13.91 ± 1.32	13.89 ± 1.05	0.465	13.42 ± 1.28	12.64 ± 0.75	0.175	12.99 ± 0.98	13.25 ± 1.31	0.602	12.6 ± 1.24	13.5 ± 1.32	0.251
PRS	L^*	75.05 ± 0.77	74.85 ± 0.47	0.465	75.86 ± 0.83	74.29 ± 1.12	0.028*	75.63 ± 0.19	73.02 ± 0.57	0.009*	75.87 ± 0.71	73.16 ± 0.94	0.009*
	a^*	0.79 ± 0.44	0.59 ± 0.31	0.465	0.81 ± 0.23	0.99 ± 0.17	0.142	0.63 ± 0.25	1.26 ± 0.31	0.016*	0.79 ± 0.32	1.32 ± 0.32	0.047*
	b^*	12.88 ± 1.43	12.62 ± 1.33	0.917	12.61 ± 1.47	12.82 ± 1.58	0.754	11.52 ± 0.55	13.32 ± 0.94	0.076	12.97 ± 1.38	14.31 ± 1.80	0.175
ZRC	L^*	79.42 ± 1.65	78.95 ± 1.35	0.465	79.72 ± 0.77	79.01 ± 1.45	0.347	79.8 ± 1.04	78.16 ± 1.01	0.047*	80.28 ± 2.45	80.87 ± 2.40	0.465
	a^*	0.45 ± 0.39	-0.03 ± 0.46	0.117	0.22 ± 0.63	-0.42 ± 0.36	0.047*	0.23 ± 0.34	-0.11 ± 0.30	0.076	0.31 ± 0.34	-0.15 ± 0.35	0.065
	b^*	14.66 ± 0.91	14.1 ± 1.19	0.251	15.54 ± 0.35	14 ± 0.55	0.009*	15.47 ± 0.52	14.07 ± 0.42	0.009*	14.03 ± 1.43	12.97 ± 1.33	0.175

MPCI = Maxillary primary central incisors, UPRS = Unpolished resin strip crown, PRS = Polished resin strip crown, ZRC = Zirconia crown, DW = Distilled water, CO = Coca-cola, GJ = Grape Juice, JJ = Jelly Juice.
 L^* = Value of lightness, a^* = Value of red-green, b^* = Value of yellow-blue.
 Wilcoxon signed rank test (* : $p < 0.05$).

1) 각 재료군의 변색 정도(ΔE^*_n)

(1) 상악 우측 유중절치(MPCI)

상악 우측 유중절치의 경우 ΔE^*_n 값이 측정 1일차부터 콜라, 포도주스와 젤리주스에 대해서 역시 3.3 이상의 값을 보였다. 콜라, 젤리주스, 포도주스, 증류수 순으로 ΔE^*_n 값이 크게 나타났다. 특히 콜라에 담갔을 경우 색조 차이가 초기부터 가장 높게 유지되었으며, 포도주스와 젤리 주스에 담갔을 때는 시간이 증가함에 따라 변색 정도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나 두 음료수 간의 ΔE^*_n 값은 통계적으로 유의하지 않았다.

(2) 연마하지 않은 resin strip crown (UPRS)

모든 음료수에 대해서 실험 기간 동안의 변색 정도가 역시 3.3

이하의 값을 보였다. 포도주스, 젤리주스, 콜라, 증류수 순으로 ΔE^*_n 값이 크게 나타났다. 포도주스와 젤리주스에서 시간이 지남에 따라 점진적으로 증가하는 경향을 보였고 콜라에서는 3일 이후 ΔE^*_n 값이 증가하였다. 그러나 6일 후의 세 음료수간의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하지 않았다.

(3) 연마한 resin strip crown (PRS)

Resin strip crown을 연마하였을 경우 젤리주스에 담갔을 때 6일 후 ΔE^*_6 값이 3.41 ± 0.31 로 역시 3.3이상의 값을 보였다. 변색 정도는 젤리주스, 포도주스, 콜라, 증류수 순으로 ΔE^*_n 값이 크게 나타났다. 6일 후 젤리주스와 포도주스 간의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하지 않았으나 콜라와 나머지 두 음료수 사이에서는 유의하였다($p < 0.05$).

(4) Zirconia crown (ZRC)

모든 음료수에 대해서 실험 기간 동안의 변색 정도가 역치 3.3 이하의 값을 보였다. 변색 정도는 포도주스, 콜라, 젤리주스, 증류수 순으로 ΔE^*_n 값이 크게 나타났다. 6일 후의 포도주스와 콜라에서의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하지 않았으나 젤리주스와 나머지 두 음료수 사이에서는 유의하였다($p < 0.05$).

2) 각 음료수에서의 변색 정도(ΔE^*_n)

(1) 증류수

변색 용액의 대조군으로 증류수를 사용하였다. 모든 재료들도 증류수에 담갔을 때 ΔE^*_n 값이 변화하였으나, ΔE^*_n 값이 0.5 - 1.6 정도로 육안으로는 구분하기가 힘든 변색을 보였다. 변색 정도는 MPCl, ZRC, PRS, UPRS 순서로 크게 나타났다. 레진 연마 유무에 따른 변색 정도에서 UPRS와 PRS의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하지 않았다. ZRC의 경우 실험기간 동안 ΔE^*_n 값이 0.5 - 1.3 정도로 육안으로 구분하기 힘든 변색을 보였으나 UPRS와 PRS 사이에서 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

(2) 콜라

콜라의 경우 MPCl, ZRC, PRS, UPRS 순서로 변색이 크게 나타났다. 1일 이후부터 MPCl의 ΔE^*_n 값은 12 - 14 정도였고 육안으로도 구분할 정도의 변색을 보였다. 그러나 나머지 수복 재료에서는 실험 기간 동안 역치 3.3 이하의 ΔE^*_n 값을 보였다. 레진 연마 유무에 따른 변색 정도에서 UPRS와 PRS의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). ZRC의 경우 PRS와 ΔE^*_6 값이 통계적으로 유의하지 않았으나 UPRS와는 유의하였다($p < 0.05$).

(3) 포도주스

포도주스의 경우 MPCl, PRS, ZRC, UPRS 순서로 변색이 크게 나타났다. MPCl의 경우 1일 이후부터 ΔE^*_n 값이 역치 3.3 이상의 값을 보였으며 시간이 지남에 따라 점진적으로 증가하였다. 레진 크라운의 경우 실험 기간 동안 ΔE^*_n 값이 역치 3.3 이하의 값을 보였지만 연마 유무에 따른 변색 정도에서 UPRS와 PRS의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). ZRC의 경우 실험 기간 동안 ΔE^*_n 값이 3.3이하의 값을 보였고 PRS와 ΔE^*_6 값이 통계적으로 유의하지 않았으나 UPRS와는 유의하였다($p < 0.05$).

(4) 젤리주스

젤리주스의 경우 MPCl, PRS, ZRC, UPRS 순서로 변색이 크게 나타났다. MPCl의 경우 포도주스의 결과와 비슷하게 1일 이후부터 ΔE^*_n 값이 역치 3.3 이상의 값을 보였으며 시간이 지남

에 따라 점진적으로 증가하였다. 레진 연마 유무에 따른 변색 정도에서 UPRS와 PRS의 ΔE^*_6 값은 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 특히 PRS의 경우 젤리주스는 6일 후 ΔE^*_6 값이 3.3 이상의 값을 보여 육안으로 구분할 정도의 변색을 보였다. ZRC의 경우 실험 기간 동안 ΔE^*_n 값이 3.3이하의 값을 보였고 UPRS와 ΔE^*_6 값이 통계적으로 유의하지 않았으나 PRS와는 유의하였다($p < 0.05$).

3) L^*_n, a^*_n, b^*_n 값의 변화

(1) L^*_n 값의 변화

증류수에 담긴 모든 실험 군에서 L^*_n 값은 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. MPCl의 경우 모든 음료수에서 L^*_n 값이 감소하였고 특히 세 음료수 모두에서 그 값은 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). UPRS의 경우 포도주스에서만 L^*_n 값이 통계적으로 유의하였으나, PRS의 경우 세 음료수 모두에서 L^*_n 값이 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). ZRC의 경우 포도주스에서만 L^*_n 값이 감소하였고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

(2) a^*_n 값의 변화

증류수에 담긴 모든 실험 군에서 a^*_n 값은 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. MPCl의 경우 젤리주스에 담갔을 때 a^*_n 값이 증가하였고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). UPRS는 포도주스에 담갔을 때 6일 후 a^*_n 값이 감소하였고 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 그러나 PRS의 경우 세 음료수 모두에서 a^*_n 값이 증가하였고 포도주스와 젤리주스에서는 그 값이 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). ZRC는 모든 음료수에서 a^*_n 값이 감소하였으나 콜라에서만 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

(3) b^*_n 값의 변화

증류수에 담긴 모든 실험 군에서 b^*_n 값은 감소하였지만 통계적으로 유의하지 않았다. MPCl은 세 음료수 모두에서 b^*_n 값이 감소하였으나 콜라와 젤리주스에서만 그 값이 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). UPRS와 PRS의 경우 모든 음료수에서 b^*_n 값이 통계적으로 유의하지 않았다. ZRC는 모든 음료수에서 b^*_n 값이 감소하였으나 콜라와 포도주스에서만 그 값이 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

수복물의 장기간 색조안정성은 심미성의 일차적인 문제뿐 만 아니라 변색된 수복물의 교체로 인한 추가적인 비용과 이로 인

한 재 내원 및 환자의 행동조절문제 등의 이차적인 문제를 야기할 수 있으므로 소아치과영역에서 매우 중요한 요소이다[9].

구내 조직 및 수복물의 변색은 여러 식이 요인과 관련이 있다고 알려져 있다[10]. 최근에는 음료 상품이 다양해지고 쉽게 구입이 가능해지면서 소아들의 음료수 섭취량이 급격히 늘고 있다[11]. 특히 탄산 음료수나 주스, 색소 음료수의 섭취는 근래에 더욱 더 증가하고 있고 소아들에 있어서 그 증가량은 더 많다[12]. 콜라에 의한 수복물의 색조 안정성에 대한 연구들은 많지만 최근에 출시되고 있는 어린이 음료수에 대한 연구는 거의 없다. 특히 소아들이 주 섭취연령에 해당하는 젤리주스와 관련된 연구는 거의 없다.

따라서 이 연구는 유전치, 복합 레진, 연마된 복합 레진 그리고 지르코니아 전장관 수복물이 콜라, 포도주스, 젤리주스에 노출된 후의 색조 안정성을 평가하였다.

이 연구에서는 분광광도계의 일종인 Shadepilot을 수복물의 변색을 측정하는데 사용하였다. 기구나 장비를 이용한 색조 측정기는 치아나 수복물의 색조를 평가하는데 있어서 주관적인 오류를 없애고 오차를 줄일 수 있는 방법이다[13]. 또한 색조를 평가하는 데 있어서 분광광도계나 색채계를 사용하는 것이 수복물의 색조를 연구하는데 신뢰할 수 있다고 보고되고 있다[14]. Shadepilot은 complete-tooth measurement system(CTM)으로 치아 전체를 측정하여 CIE $L^*a^*b^*$ 값을 제공하며, 치관을 절단, 중앙, 치근으로 나누어 측정 할 수 있다[15]. 특히 Shadepilot은 광원이 장비 양쪽에서 나와 치아에 도달하였다가 반사, 투과, 분산, 굴절, 유백광, 형광 등의 빛의 성질을 분석하여 색조를 측정하는 방식이므로 다른 색조측정 장비가 측정할 수 없는 투명도와 형광, 유백광 효과까지도 측정할 수 있다. 또한 여러 방면으로 빛이 분산되어 손실되는 것을 보상할 수 있게 만들었기 때문에 오차 및 측정되지 않는 범위가 작다[16]. 색조를 육안으로 판단하였을 경우 사람 간의 색조 재현성은 27%에 불과하지만 분광광도계를 사용하여 측정하였을 경우 83%의 재현성이 보고되었고, 또한 재현성과 정확성에 있어서 분광광도계를 이용한 측정이 시각적인 색조 선택보다 더 우수하다고 보고되었다[17].

이 연구에 사용된 CIE $L^*a^*b^*$ 색 체계는 치아 및 수복물의 색조 측정을 위해 추천되는 방법이다[18]. CIE $L^*a^*b^*$ 색 체계는 인간의 시각적 인지에 기초하고 있으며 균일하게 인지된 서로 다른 색의 차이 값은 각각의 축에 해당하는 좌표 간의 거리 값과 같다[19]. 이 색 체계는 세 개의 축으로 이루어져 있는데 이것은 L^* , a^* , b^* 이다. L^* 값은 물체의 밝기를 의미하는 척도로 값이 0에 가까울수록 어둡고 100에 가까울수록 밝음을 의미한다. a^* 와 b^* 값은 채도로서 a^* 값은 적색(양의 값) 또는 녹색(음의 값)의 척도이며, b^* 값은 황색(양의 값) 또는 청색(음의 값)의 척도이다[8].

색조 변화는 ΔE^* 값으로 나타내는데 가령 색조 측정 대상 물체의 고유색이 완전하게 안정적이라고 가정하였을 때, 이 물체가 실험 환경에 노출 된 이후의 색조 변화 ΔE^* 값은 0이라고 할 수 있다[20].

이 연구에서 상악 우측 유중절치의 경우 L^* 값은 세 음료수 모두에서 유의하게 감소하였으며 a^* 값은 젤리주스에서 유의하게 증가하였고 b^* 값은 콜라와 젤리주스에서 유의하게 감소하였다 ($p < 0.05$). 세 음료수에 담겨져 있는 동안 자연치의 표면은 변색이 되어 점차 표면의 밝기가 어두워지고 있음을 알 수 있다. 실험에 사용한 젤리주스는 딸기 향이 나는 음료수로 붉은 색 계열의 색소를 띠는 제품인데 a^* 값이 유의하게 증가하였다는 것은 음료수의 색소가 치아의 색조 변화에 영향을 미쳤다고 볼 수 있다. 콜라와 젤리주스에 담갔을 때 b^* 값의 유의한 감소 역시 음료수가 가지고 있는 색소가 치아의 색조 변화에 유의미한 영향을 끼쳤다고 할 수 있다.

수복물의 변색은 표면의 직접적인 변색이나 미세누출로 인한 변연부위의 변색으로 인해 발생할 수 있다. 수복물의 변색을 일으키는 외부적 요인으로는 착색인자의 흡착(adsorption)과 흡수(absorption)가 있다[3]. 이 연구에서는 외부착색인자들의 흡착에 의한 오차를 줄이기 위해 어린이 음료수에 담근 후 색 측정 전에 매번 30분간 초음파 세척기로 세척한 후 색을 측정하였다. 흡수와 흡착에 의한 변색은 연구 결과에 있어서 차이가 발생할 수 있다. 흡착된 색소들은 초음파 세척기나 칫솔질에 의해 쉽게 제거될 수 있다. 그러나 색소가 흡수되어 발생한 변색은 기계적인 방법으로 쉽게 제거할 수 없다[21]. 그러므로 수복재료의 변색 연구에서는 초음파 세척기와 같은 강력한 세정 과정이 필수적이다.

음료수에 의한 착색 가능성은 음료수의 구성 성분이나 특성에 따라 다양하다[22]. 이 연구에서 치아에서는 콜라, 젤리주스, 포도주스, 증류수 순서로 색조 변색이 잘되는 경향을 보였다. 다만 젤리주스와 포도주스에서의 색조 변화량은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이것은 콜라의 pH 2.42, 포도주스의 pH 3.19, 젤리주스의 pH 3.45로, 음료수의 산도로 인해 치아의 표면을 침식시켜 치아의 표면 구조에 영향을 주었을 것으로 추측된다. 한편 수복재료에서 resin strip crown의 경우 연마를 하지 않았을 때는 세 음료수 간의 색조 변화량이 유의한 차이를 보이지 않았으나 연마를 했을 때는 젤리주스, 포도주스, 콜라, 증류수 순서로 색조 변색이 잘되는 경향을 보였다. 이것은 음료수의 pH 뿐만 아니라 연마에 따른 재료 표면의 거칠기와 관련이 있다. 한편 Örtengren 등[23]은 음료수의 pH가 복합 레진의 용해도와 재료의 흡수 및 흡착에 영향을 미친다고 보고 하였다.

Sibel 등[24]은 서로 다른 연마 시스템을 이용하여 복합 레

진 표면의 거칠기를 비교한 실험에서 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs를 이용하였을 때 가장 부드러운 표면을 얻었다고 하였으나 통계적인 유의성은 없었다고 하였다. 이번 연구에서는 resin strip crown의 연마 여부에 따른 색조 변화만을 알아보기 위해서 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs를 이용하여 40개의 resin strip crown 중 20개를 연마하였다. 거칠기를 객관적으로 측정할 수는 없었지만 오차를 최대한 줄이기 위해서 한 명의 실험자에 의해 동일한 시간 동안 동일한 압력으로 동일한 휠 적용 순서에 의해 연마를 시행하였다.

일반적으로 복합 레진의 가장 부드러운 표면은 mylar strip을 사용하였을 때 얻을 수 있다[25]. 그러나 mylar strip을 사용하여 얻은 레진 표면은 레진 중합체가 풍부하고 공극을 포함할 수도 있으며, 실제 임상에서의 상태를 재현시킬 수는 없다[26]. 이 연구에서 사용한 strip crown form을 치아 형태의 mylar strip이라고 가정하였을 경우 광중합 후 strip crown form을 제거하였을 때 가장 활택하고 평활한 면을 발견할 수 있었다. 이러한 표면은 주로 resin rich layer로 친수성의 레진 성분이 많기 때문에 변색이 되기 쉽고 또한 filler가 적으며 표면강도가 낮으므로 마모도 쉽게 발생 한다[27]. 그러나 이 연구에서는 연마한 resin strip crown을 음료수에 담갔을 때 연마하지 않은 resin strip crown보다 색조의 변화가 컸다. 비록 이번 연구에서 거칠기에 대한 객관적인 테스트를 시행하지 못한 점이 이 연구의 한계점이지만 연마한 resin strip crown의 색조 변화가 컸었던 이유는 재료 표면의 거칠기가 증가하여 표면의 구조가 변하였을 것으로 추측된다. Güler 등[28]도 연마 과정에 따른 복합 레진의 색조 안정성 비교 연구에서 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs를 이용하여 연마를 하였을 경우 연마를 하지 않은 경우보다 복합 레진의 색조 변화가 더 컸다고 하였으며 그 이유는 연마 과정이 표면의 거칠기에 영향을 미쳐 부드러운 표면보다 거칠어진 표면에서의 색소 침착을 유발하기 때문이라고 하였다.

그러나 mylar strip을 이용하여 광중합을 시행한 복합 레진의 표면 거칠기와 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs를 이용하여 연마를 하였을 때의 거칠기를 비교하면 연마를 했을 경우 그 거칠기가 비슷하거나 오히려 더 낮은 정도의 값을 보이는 것으로 나타나 표면 활택도가 개선된다는 이전 연구도 존재한다[29]. 또한 표면 미세경도도 연마를 진행할수록 광중합 직후의 미세 경도보다 높아져서 더욱 단단해졌다는 이전의 다른 연구도 있다[30]. 이것은 임상적으로 resin strip crown을 수복할 경우 광중합을 시행한 후 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs나 기타 다른 연마 도구 등을 이용하여 최종 단계의 연마과정이 필요하다라는 것을 시사한다[31].

이 연구에서 resin strip crown을 제작하기 위해 사용한 복

합 레진은 Filtek Ultimate Universal Restorative로 nanofill composite 형태로 Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA 등의 기질로 구성되어 있으며 필러의 크기는 20 nm의 silica와 4 - 11 nm의 zirkonyum particle로 이루어져 있다[32]. 필러 크기에 따른 복합 레진의 색조 안정성에 대해서는 논란의 여지가 있다. Yazici 등[33]은 nanofill 복합 레진이 microhybrid 복합 레진보다 더 큰 색조 변화를 나타냈다고 보고하였으나, Reddy 등[34]은 nanofill 복합 레진이 microhybrid와 hybrid 복합 레진보다 더 작은 색조 변화를 나타냈다고 보고하였다. Nasim 등[21]은 이러한 결과는 nanofill 복합 레진이 더 작은 입자 크기를 가지고 있으며 이는 더 매끄러운 표면과 이로 인한 착색 저항성을 가지기 때문이라고 하였다.

지르코니아 기성관의 경우 임상적으로 최근에 가장 많이 사용되고 있는 유전치 수복 재료이다. 지르코니아 크라운은 성인 치과 영역에서 수년간 사용되어 왔고 임상적 성공률도 높다[35]. 경제적인 문제와 술자의 술식에 민감하다는 단점이 있지만, 파절강도가 매우 강하고 치아 형태학적으로 심미적이고 자연스럽다는 장점이 있다. 국내에서 시판 중인 유치용 지르코니아 기성관은 Nu-smile zirconia crown이 유일하다. 제조사에서 출시하고 있는 색조는 light, extra light 두 종류이며, 이 연구에서는 light shade의 zirconia crown을 사용하였고 크라운 코어를 위해 Rely-X U200 레진 시멘트를 이용하여 크라운 내부를 채운 후 광중합 하였다.

지르코니아 기성관의 색조 안정성을 실험한 이 연구에서는 콜라와 포도주스에서 색조 변화가 젤리주스에서 보다 더 컸으며 이는 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). 본래 지르코니아는 불투명한 백색으로 자연치의 심미성을 구현하는데 한계가 존재하여 이를 보완하기 위해 착색용액에 지르코니아를 침전시키는 침전법으로 원하는 색조를 얻고 있다. 이는 착색용액의 농도 및 시간을 변화시킴으로써 지르코니아의 불투명한 백색을 원하는 색조로 변색시킬 수 있다[36]. 이번 연구에서도 어린이 음료수가 가지는 색소에 의해 지르코니아 기성관이 변색될 수 있음을 확인할 수 있었으며, 특히 콜라와 포도 주스에 의한 지르코니아 크라운의 색조 변화가 컸다.

또한 음료수의 pH와 레진 시멘트의 용해도 및 중합수축과 연관 있다고 추측된다. 실험 설계상 레진 시멘트는 음료수에 노출되어 있고 음료수의 pH는 레진시멘트의 용해도에 영향을 주어 레진 시멘트와 지르코니아 크라운 내부와의 결합력에 영향을 미칠 수 있다. Göpferich[37]는 Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA 같은 dimethacrylate 단량체는 낮은 pH 환경에서 분해가 된다고 하였다. 따라서 이번 연구는 어린이 음료수에 의한 지르코니아 기성관 자체의 색조 변화에 대하여 서술하였지만, 시

멘트와 지르코니아 기성관 사이의 색소 침착에 의한 색조 변화가 일어날 수도 있다.

이 연구는 구강 내에서의 색조 측정 환경과 최대한 비슷하게 만들기 위해서 덴티폼을 인체 두부 모형에 고정시켜 색조 측정을 하였지만 구강환경에서의 장기간 변색을 늦추는 구강자정 또는 타액의 역할을 고려하지 않은 상태에서 시행되었다는 한계점이 존재한다. 타액은 섭취된 음료수의 농도를 희석시키고 이들의 pH를 완충 시키는 작용을 한다. 구강환경에서는 음료가 타액과 섞이기 때문에 농도가 떨어지고 pH의 변화가 생기지만 이 연구에서는 재료 시편들이 희석되지 않은 음료수에 6일 동안 담갔다. 따라서 전치부 수복재료에 대한 어린이 음료수의 영향을 정확히 알아보기 위해서는 실제 구강환경과 비슷한 상황에서 타액을 고려한 pH의 농도 변화에 따른 색조 변화의 연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

이 연구를 통해 어린이 음료수에 대한 상악 유전치 및 상악 유전치 수복재료의 색조 안정성을 알아보았고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

자연치아가 어린이 음료수에 장시간 노출될 경우 색조 안정성이 가장 낮았다. 특히 pH가 가장 낮은 음료수인 콜라에 유중절치를 담갔을 경우 색조 변화가 가장 컸다. 수복재료에서는 공통적으로 포도주스에 담갔을 때 색조 안정성이 낮았다.

수복재료의 색조 안정성 비교에서 연마를 하지 않은 resin strip crown의 색조 안정성이 우수하였고 그 다음으로 zirconia crown, 연마한 resin strip crown 순으로 색조 안정성을 보였다.

결론적으로 소아 유전치 수복에 사용하는 수복재료들도 어린이 음료수에 노출될 경우 색조 변화가 있을 수 있다. 비록 이 연구에서 측정된 색조 변화는 훈련 받지 않은 일반인이 구분하기 어려운 수준이었지만 장기적으로 노출 될 경우 변색이 지속될 수 있으므로 어린이 음료수에 대한 식이 조절 교육이 필요할 것으로 보인다.

References

1. Jose B, King NM : Early childhood caries lesions in pre-school children in Kerala, India. *Pediatr Dent*, 25:594-600, 2003.
2. Korean Academy of Pediatric Dentistry : Textbook of Pediatric Dentistry, 5th ed. Yenang, 387-394, 2014.
3. Janda R, Roulet JF, Latta M, *et al.* : Color stability of resin

- matrix restorative materials as a function of the method of light activation. *Eur J Oral Sci*, 112:280-285, 2004.
4. Guray Kaya : Production and characterization of self-colored dental zirconia blocks. *Ceram Int*, 39:511-517, 2013.
5. Park JW : Understanding of the color in composite resin. *J Kor Acad Conserv Dent*, 36:271-279, 2011.
6. Ikeda T, Murata Y, Sano H : Translucency of opaque shade resin composites. *Am J Dent*, 17:127-130, 2004.
7. Shin YH, Kim YJ : Study on the primary tooth enamel erosion caused by children beverage. *J Kor Acad Pediatr Dent*, 36:227-236, 2009.
8. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL : Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dent Mater*, 20:530-534, 2004.
9. Topcu FT, Sahinkesen G, Yamanel K, *et al.* : Influence of different drinks on the colour stability of dental resin composites. *Eur J Dent*, 3:50-56, 2009.
10. Emine ST, Sule B, Nuray T, *et al.* : The effects of children's drinks on the color stability of various restorative materials. *J Clin Pediatr Dent*, 34:147-150, 2009.
11. Troiano RP, Briefel RR, Bialostosky K, *et al.* : Energy and fat intakes of children and adolescents in the united states: data from the national health and nutrition examination surveys. *Am J Clin Nutr*, 72:1343-1353, 2000.
12. Oh JH, Kwak IK, Lee HR, *et al.* : A study of the relationship between childhood obesity and beverage intake. *J Kor Pediatr Soc*, 46:1061-1066, 2003.
13. Anusavice KJ, *et al.* : Phillips' science of dental materials, 11th ed. Elsevier, St. Louis, 46-51, 2003.
14. Liberman R, Combe EC, Pawson C, *et al.* : Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resins. *J Oral Rehabil*, 22:445-449, 1995.
15. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD : Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*, 38:2-16, 2010.
16. Kim BS, Shin SY, Lee JH : Shade comparative analysis of natural tooth measured by visual and spectrophotometric methods. *J Kor Acad Prosthodont*, 46:443-454, 2008.
17. Paul SJ, Peter A, Pietrobon N, *et al.* : Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 24:222-231, 2004.
18. Bayne S, Thompson G, Taylor D, *et al.* : Sturdevant's art & science of operative dentistry, 4th ed. Mosby, St. Louis,

- 135-234, 2002.
19. Hyun HK : A study on the colors of the anterior primary resin teeth. *J Kor Acad Pediatr Dent*, 34:639-645, 2007.
 20. Nasim I, Neelakantan P, Subbarao CV, *et al.* : Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins-an in vitro study. *J Dent*, 38:137-142, 2010.
 21. Ren YF, Feng L, Malmstrom HS, *et al.* : Effects of common beverage colorants on color stability of dental composite resins: The utility of a thermocycling stain challenge model in vitro. *J Dent*, 40:48-56, 2012.
 22. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M : Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent*, 33:389-398, 2005.
 23. Örtengren U, Andersson F, Karlsson S, *et al.* : Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behavior of three composite resin materials. *J Dent*, 29:35-41, 2001.
 24. Antonson SA, Yazici AR, Hardigan PC, *et al.* : Comparison of different finishing/polishing systems on surface roughness and gloss of resin composites. *J Dent*, 3:9-17, 2011.
 25. Bashetty K, Joshi S : The effect of one-step and multi-step polishing systems on surface texture of two different resin composites. *J Conserv Dent*, 13:34-38, 2010.
 26. Hachiya Y, Iwaku M, Fusayama T, *et al.* : Relation of finish to discoloration of composite resins. *J Prosth Dent*, 52:811-814, 1984.
 27. Korkmaz Y, Ozel E, Aksoy G, *et al.* : The influence of one-step polishing systems on the surface roughness and microhardness of nanocomposites. *Oper Dent*, 33:44-50, 2008.
 28. Güler AU, Güler E, Ertaş E, *et al.* : Effects of polishing procedures on color stability of composite resins. *J Appl Oral Sci*, 17:108-112, 2009.
 29. Wilson F, Heath JR, Watts DC : Finishing composite restorative materials. *J Oral Rehabil*, 17:79-87, 1990.
 30. Chung SM, Yap AUJ : Effects of surface finish on indentation modulus and hardness of dental composite restoratives. *Dent Mater*, 21:1008-1016, 2005.
 31. Hyun HK : A clinical consideration of the esthetic restorations for treatment of primary anterior teeth. *J Kor Dent*, 49:33-37, 2011.
 32. Tekçe N, Tuncer S, Baydemir C, *et al.* : The effect of different drinks on the color stability of different restorative materials after one month. *Restor Dent Endod*, 40:255-261, 2015.
 33. Yazici AR, Celik C, Özgünaltay G, *et al.* : The effect of curing units and staining solutions on the color stability of resin composites. *Oper Dent*, 32:616-622, 2007.
 34. Reddy PS, Tejaswi KLS, Thippeswamy HM, *et al.* : Effects of commonly consumed beverages on surface roughness and color stability of the nano, microhybrid and hybrid composite resins: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract*, 14:718-723, 2013.
 35. Larsson C, Wennerberg A : The clinical success of zirconia based crowns: a systematic review. *Int J Prosth*, 27:33-43, 2014.
 36. Lee HJ, Kim JH, Kim HY, *et al.* : Comparative study of color reproducibility of zirconia using a dipping method and coating method. *Dent Mater*, 35:185-192, 2013.
 37. Göpferich A : Mechanisms of polymer degradation and erosion. *Biomaterials*, 17:103-114, 1996.

국문초록

어린이 음료수가 레진관과 지르코니아 기성관의 색조에 미치는 영향

정일용 · 이석순 · 이한이 · 이대우 · 양연미 · 김재곤

전북대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실 및 구강생체과학연구소

이 연구는 유전치와 그 심미 수복에 사용되는 전장관의 어린이 음료수에 대한 색조 안정성을 평가하였다. 우식 및 변색 없이 자연 탈락된 20개의 상악 우측 유중절치와 상악 우측 유중절치 모양의 resin strip crown 40개 및 Nu-smile zirconia crown 20개를 대상으로 하였다. 복합 레진의 연마 여부에 따른 색조 안정성을 비교하기 위해 40개의 resin strip crown 중 20개는 Sof-lex™ Contouring and Polishing Discs를 이용하여 연마하였다. 이 후 각각의 시편을 5개씩 나누어 증류수, 콜라, 포도주스, 젤리주스에 6일간 담갔다. 그 결과 네 음료수 군에서 모든 시편의 색조 변화가 있었으며, 연마한 resin strip crown은 연마하지 않은 군에 비해 색조 변화가 컸고 콜라, 포도주스, 젤리주스에서 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$). Zirconia crown의 경우 포도주스와 콜라에서의 색조 변화 값은 통계적으로 유의하지 않았으나 젤리주스와 나머지 두 음료수 사이에서는 유의하였다($p < 0.05$). 따라서 소아 유전치 수복에 사용하는 수복재료들도 어린이 음료수에 노출될 경우 색조 변화가 있을 수 있으므로 어린이 음료수에 대한 식이 조절이 필요하다.

주요어: 색조 안정성, 어린이 음료수, 레진관, 지르코니아 기성관